






Process for the fabrication of composite materials based on polyamide reinforced with long fibres.**Publication number:** FR2603891 (A1)**Publication date:** 1988-03-18**Inventor(s):** LOTTIAU MICHEL; GLEMET MICHEL; COGNET GILLES;
CAUSIER ALAIN**Applicant(s):** ATOCHEM [FR]**Classification:****- international:** B29C70/06; B29C70/52; C08G69/16; C08J5/04; C08J5/06;
C08L77/02; B29C67/24; B29K77/00; B29K105/08; B29L31/06;
B29C70/04; B29C70/06; C08G69/00; C08J5/04; C08L77/00;
B29C67/24; (IPC1-7): C08J5/06; B29C41/30; B29C47/02;
B29C67/14; C08G69/02; C08J5/24**- European:** B29C70/52A; B29C70/52C6; C08G69/16; C08J5/04; C08L77/02**Application number:** FR19860012997 19860917**Priority number(s):** FR19860012997 19860917**Also published as:** FR2603891 (B1)
 EP0261020 (A1)
 EP0261020 (B1)
 US4927583 (A)
 PT85731 (B)

more >>

Cited documents: FR2031719 (A5)
 FR2027878 (A5)
 EP0056703 (B1)
 EP0114971 (A2)

Abstract not available for FR 2603891 (A1)

Abstract of corresponding document: EP 0261020 (A1)

Process in which the fibres are impregnated with a polyamide before a pultrusion, characterised in that the fibres impregnated with a polyamide oligomer or prepolymer are treated while heated to cause the elongation of the polymer chain before the calibration by pultrusion.

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication : **2 603 891**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **86 12997**

⑤① Int Cl⁴ : C 08 J 5/06, 5/24; B 29 C 67/14, 41/30, 47/02;
C 08 G 69/02.

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②② Date de dépôt : 17 septembre 1986.

③③ Priorité :

④③ Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 11 du 18 mars 1988.

⑥③ Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦① Demandeur(s) : *Société ATOCHEM.* — FR.

⑦② Inventeur(s) : Michel Lottiau ; Michel Glemet ; Gilles Co-
gnet ; Alain Causier.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : Claude Foiret.

⑤④ Procédé de fabrication de matériau composite à base de polyamide renforcée de fibres longues.

⑤⑦ Procédé de fabrication de matériau composite à base de
polyamide renforcé de fibres longues par imprégnation des
fibres par un polyamide préalablement à une pultrusion carac-
térisé en ce que les fibres imprégnées d'un oligomère ou
prépolymère de polyamide sont traitées à chaud pour provo-
quer l'allongement de la chaîne polymérique avant la conforma-
tion par pultrusion.

FR 2 603 891 - A1

PROCEDE DE FABRICATION DE MATERIAU COMPOSITE A BASE DE
POLYAMIDE RENFORCE DE FIBRES LONGUES

La présente invention concerne un procédé de fabrication de
5 matériau composite à base de polyamide renforcé de fibres longues.
Le procédé consiste à revêtir les fibres longues d'un prépolymère ou
oligomère de polyamide et à chauffer l'ensemble pour réaliser la
polymérisation avant pultrusion.

Il est connu d'extruder une résine thermoplastique, tel un
10 polyamide, en présence de fibres pour améliorer ses propriétés
mécaniques. Ce mode de mise en oeuvre présente toutefois l'inconvé-
nient de conduire à un matériau contenant une très forte proportion
de fibres courtes et en conséquence ne possédant pas les meilleures
propriétés mécaniques, en particulier une excellente tenue à la
15 flexion.

Les meilleures propriétés mécaniques des résines plastiques
renforcées de fibres sont obtenues avec des résines renforcées de
fibres longues. Pour réaliser ces composites à fibres longues on
utilise habituellement la technique de pultrusion qui consiste à
20 tirer au travers d'une filière chauffée des fibres en grande lon-
gueur préalablement imprégnées d'une résine plastique. Selon cette
technique on fabrique des profilés composites, rectilignes ou
courbes, hautement renforcées dans la direction principale et dont
les caractéristiques mécaniques selon cette direction peuvent, sous
25 réserve d'un choix cohérent, rivaliser avec certains métaux.

Dans cette technique l'imprégnation des fibres reste un point
capital et délicat. Elle ne présente à priori pas de difficultés
dans le cas où les fibres sont imprégnées de résines thermodurcis-
sables, comme les époxydes ou polyesters, qui, à la température
30 ambiante, se trouvent souvent à l'état liquide ou en solution. Plus
difficile se montre l'imprégnation de fibres par une résine thermo-
plastique solide à la température ambiante et de point de fusion
relativement élevé.

Les différentes techniques envisagées se sont révélées peu
35 efficaces ou délicates à utiliser. C'est le cas par exemple de
l'imprégnation des fibres par une poudre de polymère thermoplastique
en lit fluidisé. C'est aussi le cas du passage des fibres dans une

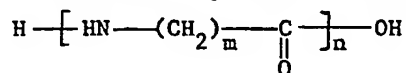
solution de polymère thermoplastique ; l'inconvénient principal de cette technique est l'élimination de grandes quantités de solvant.

Dans ces conditions, il est difficile de renforcer efficacement les polyamides par des fibres longues. Ces polymères thermoplastiques doivent être maintenus à des températures élevées pour être suffisamment fluides, afin de permettre une bonne imprégnation des fibres, ou fortement dilués dans un solvant d'où problème d'élimination dudit solvant.

La technique selon l'invention permet de remédier à ces inconvénients. Elle consiste à imprégner les fibres d'un prépolymère ou d'un oligomère de polyamide possédant à chaque extrémité de la chaîne moléculaire une fonction réactive susceptible de réagir d'une molécule à une autre molécule d'oligomère ou de prépolymère, puis à provoquer par chauffage l'allongement de la chaîne polymérique avant de conformer l'ensemble par pultrusion. Les fonctions réactives en extrémités de chaîne correspondent habituellement à une fonction amine et une fonction acide carboxylique par molécule.

Ces oligomères ou prépolymères de faibles masses moléculaires présentent l'avantage d'être fluides dès la température de fusion. Ces composés à séquences polyamides sont habituellement obtenus à partir de caprolactames, d'hexaméthylènediamine et d'acide adipique, d'hexaméthylènediamine et d'acide sebacique, de dodécalactame et d'acide undécanoïque. Ce peuvent être également des polyamides-imides. On peut citer à titre d'exemples les oligomères ou prépolymères de polyamides 6, 6.6, 6.10, 6.12, 11 et 12.

Les oligomères ou prépolymères particulièrement recommandés dans l'invention répondent à la formule générale



dans laquelle

m est un nombre compris entre 5 et 11

n est un nombre compris entre 10 et 40

Les fibres, de préférence sous forme de fibres longues, c'est-à-dire de fibres continues ou rovings, généralement de verre, de carbone ou d'aramides tels que les fibres de KEVLAR[®], sont imprégnées par circulation dans le prépolymère ou l'oligomère soit de préférence à l'état de poudre soit à l'état fondu. Lorsque l'impré-

gnation s'effectue dans la poudre, cette dernière se trouve de préférence sous forme fluidisée. La mise sous forme fluidisée s'effectue selon les méthodes connues de fluidisation des poudres.

Les fibres imprégnées subissent un traitement à chaud, à une température de préférence comprise entre 190 et 350°C de façon à parfaire l'imprégnation des fibres et à provoquer l'allongement des chaînes de polyamide. Les oligomères ou prépolymères préférés de la formule précédente se transforment en polymère tels que la valeur de n soit comprise entre 50 et 80.

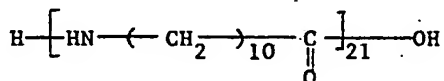
Après ce traitement de polymérisation à chaud les fibres imprégnées de polymère sont tirées au travers d'une filière conformatrice maintenue à une température telle que le matériau se trouve à une température de préférence comprise entre 190 et 300°C. Afin de conserver au profilé une bonne structure finale, il est recommandé de refroidir le matériau conformé dans un second conformateur maintenu à température ambiante.

En fonction des conditions de température et du rapport entre les poids de verre et de résine, les fibres imprégnées sont habituellement tirées dans l'ensemble de pultrusion à une vitesse comprise entre 0,3 et 3 mètres par minute.

Les exemples suivants illustrent l'invention sans la limiter.

EXEMPLE 1

Dans une cuve cubique de 500 mm de côté et dont le fond est poreux, on charge 25 kg d'une poudre de prépolymère de formule



Cette poudre possède une répartition granulométrique comprise entre 80 et 200 microns. La poudre est fluidisée en appliquant en fond de cuve une surpression de 2 bars d'air comprimé.

On fait passer dans le lit fluidisé 18 rovings R 099 P 103 (R) VETROTEX (2400 Tex) à une vitesse de 0,5 m/min. Les fibres imprégnées sont préchauffées sous un panneau infra-rouge avant de passer dans une filière de 100 x 200 mm. maintenue à 270°C. En sortie, le matériau traverse une filière conformatrice de 50 x 50 mm

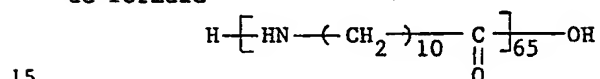
maintenue à 240°C et située à environ 500 mm. de la première filière. La forme définitive du profilé est donnée en faisant passer le matériau dans une dernière filière conformatrice à température ambiante de 50 x 100mm.

- 5 Sur le matériau obtenu, on prépare des barreaux de section 4 x 10 mm. Les barreaux sont soumis aux essais de flexion trois points selon la norme ISO R-178.

Les résultats suivants sont obtenus sur des éprouvettes contenant 65 % de verre massique :

- 10 Module de YOUNG E = 26 GPa
 Contrainte à la rupture = 450 MPa

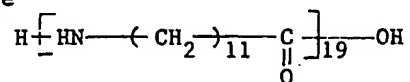
A titre comparatif on remplace le prépolymère par le polymère de formule



Dans ce cas le module de YOUNG E est de 22 GPa et la contrainte à la rupture de 425 MPa.

EXEMPLE 2

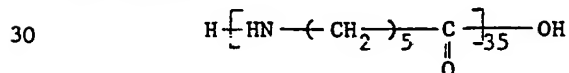
- 20 On opère dans les conditions de l'exemple 1 avec le prépolymère de formule



- 25 Le module de YOUNG E = 20 GPa
 La contrainte à la rupture = 400 MPa

EXEMPLE 3

On opère dans les conditions de l'exemple 1 avec le prépolymère de formule



la température de la première filière étant de 300°C au lieu de 270°C

- 35 Le module de YOUNG E = 23 GPa
 La contrainte à la rupture = 593 MPa

EXEMPLE 4

On opère dans les conditions de l'exemple 1 avec le prépolymère de l'exemple 3 mais en remplaçant les fibres de verre par des fibres de KEVLAR[®]

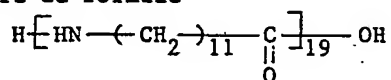
- 5 Les résultats suivants sont obtenus sur des éprouvettes contenant 30 % en masse de KEVLAR[®] :

Module YOUNG E = 24 GPa

Contrainte à la rupture = 358 MPa

10 EXEMPLE 5

On opère dans les conditions de l'exemple 4 mais avec le prépolymère de formule



- 15 Le module de YOUNG E = 23 GPa
La contrainte à la rupture = 308 MPa

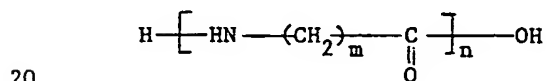
RE V E N D I C A T I O N S

1 - Procédé de fabrication de matériau composite à base de polyamide renforcé de fibres longues par imprégnation des fibres par un polyamide préalablement à une pultrusion caractérisé en ce que les fibres imprégnées d'un oligomère ou prépolymère de polyamide sont traitées à chaud pour provoquer l'allongement de la chaîne polymérique avant la conformation par pultrusion.

2 - Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'oligomère ou prépolymère possède à chaque extrémité de la chaîne moléculaire une fonction réactive susceptible de réagir d'une molécule à une autre molécule d'oligomère ou de prépolymère.

3 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 2 caractérisé en ce que l'oligomère ou le prépolymère possède en extrémités de chaîne moléculaire une fonction amine et une fonction acide carboxylique.

4 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que l'oligomère ou le prépolymère est de formule



dans laquelle

m est un nombre compris entre 5 et 11

n est un nombre compris entre 10 et 40

5 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que les fibres imprégnées sont, préalablement à la pultrusion, chauffées à une température comprise entre 190 et 350°C.

6 - Procédé selon l'une des revendications 4 à 5 caractérisé en ce que les fibres imprégnées sont, préalablement à la pultrusion, chauffées de façon à transformer l'oligomère ou le prépolymère en polymère tel que la valeur de n soit comprise entre 50 et 80.

7 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que les fibres imprégnées de l'oligomère ou du prépolymère sont, après traitement à chaud, pultrudées dans une filière conformatrice à une température comprise entre 190 et 300°C.

8 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 7 caractérisé en ce que la pultrusion s'effectue à une vitesse comprise entre 0,3 et 3 mètres par minute.